

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 9月13日

出願番号

Application Number:

特願2002-268044

[ST.10/C]:

[JP2002-268044]

出願人

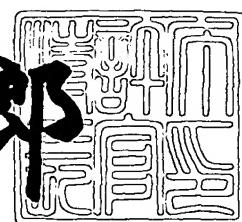
Applicant(s):

株式会社デンソー

2003年 7月 4日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3053326

【書類名】 特許願

【整理番号】 TIA2008

【提出日】 平成14年 9月13日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G01N 27/41

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

【氏名】 小島 大輔

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

【氏名】 原口 寛

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

【氏名】 川瀬 友生

【特許出願人】

【識別番号】 000004260

【氏名又は名称】 株式会社デンソー

【代理人】

【識別番号】 100067596

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊藤 求馬

【電話番号】 052-683-6066

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 006334

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

特2002-268044

【包括委任状番号】 9105118

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ガス濃度検出装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 チャンバ内に導入される被測定ガス中の特定ガス成分濃度を検出するためのセンサセルと、上記チャンバ内の酸素濃度を検出するためのモニタセルを備え、上記センサセルと上記モニタセルの酸素反応性が異なるガス濃度検出装置において、上記センサセルと上記モニタセルの酸素変動に対する出力応答性を略一致させる電気的補正手段を設けたことを特徴とするガス濃度検出装置。

【請求項2】 上記電気的補正手段として、上記センサセルおよび上記モニタセルの少なくとも一方の電気的な反応を抑制する手段を設ける請求項1記載のガス濃度検出装置。

【請求項3】 上記電気的な反応を抑制する手段は、上記センサセルまたは上記モニタセルの出力のうち特定の周波数成分を通過あるいは除去するフィルタである請求項2記載のガス濃度検出装置。

【請求項4】 上記電気的な反応を抑制する手段はバンドパスフィルタである請求項3記載のガス濃度検出装置。

【請求項5】 上記電気的補正手段として、上記センサセルおよび上記モニタセルの少なくとも一方の出力を、その脈動の振幅および周期に基づいて補正する信号処理手段を設ける請求項1記載のガス濃度検出装置。

【請求項6】 上記信号処理手段は、上記センサセルまたは上記モニタセルの出力の脈動の振幅および周期に基づき、補正定数を可変に設定する請求項5記載のガス濃度検出装置。

【請求項7】 上記信号処理手段は、上記センサセルおよび上記モニタセルのそれぞれの出力に対し、その脈動の振幅および周期に基づいてそれぞれ決定されるなまし定数を用いてなまし補正を行う請求項6記載のガス濃度検出装置。

【請求項8】 上記チャンバ内に導入される被測定ガス中の酸素を外部に排出または外部から酸素を導入して上記チャンバ内の酸素濃度を調整するポンプセルを備える請求項1ないし7のいずれか記載のガス濃度検出装置。

【請求項9】 上記ポンプセルが、酸素イオン導電性の固体電解質体とその表面に形成した一対の電極を有し、上記一対の電極間に流れる電流値に応じて、あるいは上記モニタセルの出力に応じて上記一対の電極への印加電圧を制御することにより、上記チャンバ内の酸素濃度を制御する請求項8記載のガス濃度検出装置。

【請求項10】 上記センサセルが、酸素イオン導電性の固体電解質体とその表面に形成した一対の電極を有し、上記一対の電極に所定の電圧を印加した時に上記一対の電極間に流れる電流値によって、上記チャンバ内の上記特定ガス成分および残留酸素濃度を検出する請求項8または9記載のガス濃度検出装置。

【請求項11】 上記モニタセルが、酸素イオン導電性の固体電解質体とその表面に設けられた一対の電極を有し、上記一対の電極間に所定の電圧を印加した時に上記一対の電極間に流れる電流値、または上記一対の電極間に生じる起電力によって、上記チャンバ内の残留酸素濃度を検出する請求項8ないし10のいずれか記載のガス濃度検出装置。

【請求項12】 上記センサセルおよび上記モニタセルの出力の差から、被測定ガス中の特定ガス成分濃度を検出する請求項1ないし11のいずれか記載のガス濃度検出装置。

【請求項13】 上記チャンバ内において、上記センサセルおよび上記モニタセルを近接させて配置する1ないし12のいずれか記載のガス濃度検出装置。

【請求項14】 上記特定ガス成分がNO<sub>x</sub>であり、上記チャンバに面して設けられる上記センサセルの電極がNO<sub>x</sub>の還元分解に活性な電極材からなり、上記チャンバに面して設けられる上記モニタセルの電極がNO<sub>x</sub>の還元分解に不活性な電極材からなる請求項1ないし13のいずれか記載のガス濃度検出装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

##### 【発明の属する技術分野】

本発明は、固体電解質体に設けた複数のセルを用いて被測定ガス中の特定ガス成分、例えば、自動車内燃機関の排ガスに含まれるNO<sub>x</sub>濃度を検出するガス濃度検出装置に関するものである。

## 【0002】

## 【従来の技術】

近年、地球環境に対する関心が高まり、自動車用内燃機関から排出される排ガスに対する規制が、年々厳しくなっている。この規制に対応するため、排ガス中の有害物質、例えばNO<sub>x</sub>濃度を直接検出し、その検出結果をEGR（排気再循環）システム、触媒システム等にフィードバックすることで、より精密な制御を実現することが期待されている。

## 【0003】

このようなガス濃度検出装置として、酸素イオン導電性の固体電解質体に形成した複数のセルを用い、NO<sub>x</sub>還元に対する活性の違いを利用してNO<sub>x</sub>濃度を検出するものが知られている（例えば、特許文献1参照）。従来のガス濃度検出装置は、一般に、チャンバー内に導入される排ガス中の酸素を排出または汲み入れるポンプセルと、チャンバー内に残留する酸素濃度に応じた出力を発生するモニタセルと、チャンバー内に残留する酸素およびNO<sub>x</sub>濃度に応じた出力を発生するセンサセルにて構成され、例えば、モニタセルにより検出されるチャンバー内の酸素濃度が一定になるように、ポンプセル電圧をフィードバック制御とともに、センサセルを流れる電流値から排ガス中のNO<sub>x</sub>濃度を検出している。

## 【0004】

## 【特許文献1】

特開平9-25576号公報

## 【0005】

また、チャンバー内は、通常、ポンプセルが設置される第1チャンバーと、センサセルおよびモニタセルが設置される第2チャンバーに区画され、絞り部を通して連結される。このようにすると、センサセルおよびモニタセル近傍の酸素濃度の変動を小さくすることができるが、ポンプセル電圧の変化による第1チャンバー内の酸素濃度変化が、直ちに第2チャンバー内の酸素濃度（モニタセル電流値）に反映されないため、第2チャンバー内の酸素濃度が安定しないおそれがある。そこで、センサセルとモニタセルの出力差から、排ガス中のNO<sub>x</sub>濃度を検出することが提案されており、第2チャンバー内の酸素濃度に依存しないセンサ

出力を得るので、検出精度が向上する。

### 【0006】

#### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、センサセルはNO<sub>x</sub>の還元分解に活性なPt-Rh電極を、モニタセルはNO<sub>x</sub>の還元分解に不活性なPt-Au電極を、チャンバー側電極として用いており、電極材の酸素に対する反応性（応答性）が異なっている。これは、センサセル電極に含まれるRhが酸素吸蔵性を有し、モニタセルより排ガス中の酸素を取り込みやすいためで、酸素変動に対する反応性が鈍くなる。このため、例えば、エンジン運転状態が変化し排ガス中の酸素濃度が変化した時や、第2チャンバー内の残存酸素濃度が変動した時に、センサセルとモニタセルの出力電流にずれが生じる。その結果、双方の出力差が変動し、検出したNO<sub>x</sub>値が変動してしまうことから、精度よくNO<sub>x</sub>の検出ができないという問題があった。

### 【0007】

本発明は、上記実情に鑑みてなされたもので、電極材の酸素反応性の違いによる出力のずれを抑制し、排ガス中のNO<sub>x</sub>等、被測定ガス中の特定ガス成分の検出を精度よく行うことのできるガス濃度検出装置を提供することを目的とするものである。

### 【0008】

#### 【課題を解決するための手段】

本発明の請求項1のガス濃度検出装置は、チャンバ内に導入される被測定ガス中の特定ガス成分濃度を検出するためのセンサセルと、上記チャンバ内の酸素濃度を検出するためのモニタセルを備え、上記センサセルと上記モニタセルの酸素反応性が異なるガス濃度検出装置において、上記センサセルと上記モニタセルの酸素変動に対する出力応答性を略一致させる電気的補正手段を設けたものである。

### 【0009】

センサセルとモニタセルの酸素反応性が異なると、チャンバ内の酸素濃度変動時に、これらセルの出力にずれが生じる。上記構成では、上記電気的補正手段によって、上記センサセルと上記モニタセルの出力応答性をほぼ一致させること

ができるので、両セルの出力にずれが生じず、検出精度を大きく向上させることができること。

#### 【0010】

請求項2の装置では、上記電気的補正手段として、上記センサセルおよび上記モニタセルの少なくとも一方の電気的な反応を抑制する手段を設ける。例えば、上記センサセルと上記モニタセルのうち、酸素変動に対する応答性が高いセルの出力を、上記電気的補正手段を介してなますことで、両セルの出力応答性を合わせることができる。

#### 【0011】

請求項3の装置では、上記電気的な反応を抑制する手段を、上記センサセルまたは上記モニタセルの出力のうち特定の周波数成分を通過あるいは除去するフィルタとする。このようなフィルタを用いることで、上記センサセルまたは上記モニタセルの周波数応答をなまし、応答性のずれを解消することができる。

#### 【0012】

請求項4の装置のように、具体的には、上記電気的な反応を抑制する手段として、バンドパスフィルタが好適に用いられる。

#### 【0013】

上述したハード的な対応の他、上記センサセルと上記モニタセルの応答性のずれを、上記信号処理手段を用いたソフト的な対応によって、解消することもできる。

#### 【0014】

例えば、請求項5の装置では、上記電気的補正手段として、上記センサセルおよび上記モニタセルの少なくとも一方の出力を、その脈動の振幅および周期に基づいて補正する信号処理手段を設ける。

#### 【0015】

上記センサセルまたは上記モニタセルの出力について、脈動の振幅および周期を算出し、これを基に脈動が抑制されるように補正を行うことにより、酸素変動に対する出力のずれを小さくし、検出精度を大きく向上させることができる。

#### 【0016】

請求項6の装置では、上記信号処理手段が、上記センサセルまたは上記モニタセルの出力の脈動の振幅および周期に基づき、補正定数を可変に設定するものとする。

## 【0017】

補正定数を可変として、例えば、出力の脈動の振幅が大きく周期が大きいほど補正定数を大きくなるようにすれば、脈動の振幅および周期に応じて、出力がなまされる。これにより、上記センサセルと上記モニタセルの応答性を合わせ、出力のずれを小さくすることができる。

## 【0018】

請求項7の装置では、上記信号処理手段が、上記センサセルおよび上記モニタセルのそれぞれの出力に対し、その脈動の振幅および周期に基づいてそれぞれ決定されるなまし定数を用いてなまし補正を行うものとする。

## 【0019】

好適には、上記センサセルと上記モニタセルの双方に対し、それぞれの脈動の振幅および周期に応じて、なまし定数を決定し、なまし補正を行うとよい。これにより、両セルと出力の振幅と位相を合わせることができるので、応答性の違いによる出力のずれをなくすことができる。

## 【0020】

請求項8の装置は、上記チャンバ内に導入される被測定ガス中の酸素を外部に排出または外部から酸素を導入して上記チャンバ内の酸素濃度を調整するポンプセルを備える。

## 【0021】

上記ポンプセルを用いると、例えば、上記チャンバ内の被測定ガス中の酸素を外部に排出し、上記チャンバ内を所定の低酸素濃度に制御することができる。よって、被測定ガス中の酸素濃度の変化等の影響を受けにくくなり、被測定ガス中の特定ガス成分の検出が容易になる。

## 【0022】

請求項9の装置では、上記ポンプセルが、酸素イオン導電性の固体電解質体とその表面に形成した一対の電極を有し、上記一対の電極間に流れる電流値に応じ

て、あるいは上記モニタセルの出力に応じて上記一対の電極への印加電圧を制御することにより、上記チャンバ内の酸素濃度を制御する。

## 【0023】

例えば、上記ポンプセルの一対の電極間を流れる電流が、限界電流となるよう電流値に応じて上記一対の電極への印加電圧を制御することで、上記チャンバ内を所定の低酸素濃度に制御することができる。あるいは、上記モニタセルの出力が所定の一定値となるように、上記一対の電極への印加電圧を制御しても、同様に、上記チャンバ内を所定の低酸素濃度に制御することができる。

## 【0024】

請求項10の装置では、上記センサセルが、酸素イオン導電性の固体電解質体とその表面に形成した一対の電極を有し、上記一対の電極に所定の電圧を印加した時に上記一対の電極間に流れる電流値によって、上記チャンバ内の上記特定ガス成分および残留酸素濃度を検出する。

## 【0025】

上記センサセルの一対の電極に所定の電圧を印加すると、上記チャンバ内の上記特定ガス成分および残留酸素が分解されて外部へ排出される。上記チャンバ内は上記ポンプセルにより所定の酸素濃度に制御されているので、その際に流れる電流値は特定ガス成分濃度に依存して変化する。よって、この電流値から上記特定ガス成分濃度を検出することができる。

## 【0026】

請求項11の装置では、上記モニタセルが、酸素イオン導電性の固体電解質体とその表面に設けられた一対の電極を有し、上記一対の電極間に所定の電圧を印加した時に上記一対の電極間に流れる電流値、または上記一対の電極間に生じる起電力によって、上記チャンバ内の残留酸素濃度を検出する。

## 【0027】

上記モニタセルの一対の電極に所定の電圧を印加すると、上記チャンバ内の残留酸素のみが分解されて外部へ排出されるので、その際に流れる電流値から残留酸素濃度を検出することができる。または、上記モニタセルの一対の電極間に酸素濃度差に応じた起電力が生じるので、この起電力から残留酸素濃度を検出する

こともできる。

## 【0028】

請求項12の装置では、上記センサセルおよび上記モニタセルの出力の差から、被測定ガス中の特定ガス成分濃度を検出する。

## 【0029】

上記センサセルからは特定ガス成分および残留酸素濃度に応じた出力が、上記モニタセルからは残留酸素濃度に応じた出力が得られるので、その出力の差をとることで、酸素濃度に依存しない出力が得られ、精度よい検出が可能である。この時、両セルの酸素に対する応答性に差があると、出力の差が変動し、検出値が変動するおそれがあるが、本発明では、上記電気的補正手段により、これらセルの出力応答性を略一致させることができるので、検出精度がさらに向上する。

## 【0030】

請求項13の装置では、上記チャンバ内において、上記センサセルおよび上記モニタセルを近接させて配置する。

## 【0031】

上記モニタセルと上記センサセルとを近接位置に配置すると、上記チャンバ内に酸素分布が生じても、上記モニタセルで検出される酸素濃度は、上記センサセル上における酸素濃度をほぼ正確に反映する。よって、上記チャンバ内の酸素分布の影響を小さくすることができ、より精度よい検出が可能となる。

## 【0032】

請求項14の装置では、上記特定ガス成分がNO<sub>x</sub>であり、上記チャンバに面して設けられる上記センサセルの電極がNO<sub>x</sub>の還元分解に活性な電極材からなり、上記チャンバに面して設けられる上記モニタセルの電極がNO<sub>x</sub>の還元分解に不活性な電極材からなる。

## 【0033】

例えば、NO<sub>x</sub>濃度を検出する場合には、上記センサセルの電極をNO<sub>x</sub>分解活性なPt-Rh電極等とし、上記モニタセルの電極をNO<sub>x</sub>分解不活性なPt-Au電極等とすれば、両セルの出力差からNO<sub>x</sub>濃度を、精度よく検出することができる。そして、その結果を用いてEGR、触媒システム等を効果的に制御

することができる。

【0034】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の第1の実施の形態について図1～図4を基に説明する。図1(a)に示すように、本発明のガス濃度検出装置は、NO<sub>x</sub>センサ101と制御回路102で構成されており、例えば、図2に示す内燃機関（ディーゼルエンジン）200の排気管202に設置されて、排ガス（被測定ガス）中のNO<sub>x</sub>（特定ガス成分）濃度を検出する。内燃機関200は、各気筒に共通のコモンレール203を有し、該コモンレール203に蓄圧される高圧燃料を、燃料噴射弁204により対応する気筒内に噴射する構成となっている。また、排気マニホールド205と吸気マニホールド207を連結するEGR通路206が設けられ、該EGR通路206を介して、排ガスの一部が吸気へ還流されるようになっている。

【0035】

排気マニホールド205に続く排気管202には、NO<sub>x</sub>吸蔵還元型触媒を担持した後処理装置209と酸化触媒210が配設しており、排気マニホールド205には、NO<sub>x</sub>還元剤となる燃料を排気に添加するための排気燃料添加弁208が設けられる。本発明のNO<sub>x</sub>センサ101は、酸化触媒210の上流位置に設置されて、NO<sub>x</sub>吸蔵還元型触媒通過後の排ガスを取り込み、制御回路102は、NO<sub>x</sub>センサ101からの信号を基にNO<sub>x</sub>濃度を検出して、その検出値をECU201に出力する。ECU201は、例えば、検出されたNO<sub>x</sub>濃度から、NO<sub>x</sub>吸蔵還元型触媒の劣化診断を行う、あるいは、EGRシステムのフィードバック制御を行う。

【0036】

図1(a)において、NO<sub>x</sub>センサ101は、図2の排気管202壁に固定される筒状ハウジング105と、ハウジング105内に絶縁保持されるセンサ素子104を有し、センサ素子104の先端部（図の下端部）は、ハウジング105下端に固定されて排気管202内に突出する素子カバー103内に収容されている。素子カバー103は内外二重構造で、側壁および底壁に設けた排気口106から、排気管202内の排ガスを取り込むようになっている。ハウジング105

上端には、側壁に大気口108を有する筒状部材107が固定される。

【0037】

図1 (b) は、センサ素子104の先端部を拡大して示すもので、センサ素子104は、排ガスが導入される第1チャンバ120および第2チャンバ121と、大気に連通する大気通路130、131と、第1チャンバ120側に設けられるポンプセル140と、第2チャンバ121側に設けられるセンサセル150およびモニタセル160とを有している。センサセル150とモニタセル160はセンサ素子104の長手方向に隣接して配されている。第1チャンバ120は第2チャンバ121と絞り110を介して連通しており、第1チャンバ120には、多孔質拡散層109およびピンホール111を介して排ガスが導入される。

【0038】

センサ素子104は、センサセル150およびモニタセル160を構成するシート状の固体電解質体171の下方に、第1チャンバ120および第2チャンバ121を構成するスペーサ172を介して、ポンプセル140を構成するシート状の固体電解質体173を積層し、さらに大気通路130を構成するスペーサ174およびシート状のヒータ112を積層してなる。固体電解質体171の上方には、多孔質拡散層109および大気通路131を構成するスペーサ175が積層される。固体電解質体171、173は、ジルコニア等の酸素イオン導電性を有する固体電解質からなり、スペーサ172、174、175は、アルミナ等の絶縁材料で構成される。多孔質拡散層109は多孔質アルミナ等からなる。

【0039】

ポンプセル140は、固体電解質体173とその上下表面に対向配置された一対の電極141、142からなり、第1チャンバ120内に導入された排ガス中の酸素を大気通路130に排出または汲み入れて、第1チャンバ120内の酸素濃度を調整する。一対の電極のうち第1チャンバ120側の電極141には、 $\text{NiO}_x$ の還元分解に対して不活性な電極、例えば、Pt-Au多孔質サーメット電極が、大気通路130側の電極142には、例えば、Pt多孔質サーメット電極が好適に使用される。なお、多孔質サーメット電極は、金属成分とジルコニア、アルミナ等のセラミックスをペースト化し、焼成することにより形成される。

## 【0040】

モニタセル160は、固体電解質体171とその上下表面に対向配置された一対の電極161、162からなり、第1チャンバ120から絞り110を経て第2チャンバ121内に導入された排ガス中の残留酸素濃度を検出す。一対の電極のうち第2チャンバ121側の電極161には、NOxの還元分解に対して不活性な電極、例えば、Pt-Au多孔質サーメット電極が、大気通路131側の電極162には、例えば、Pt多孔質サーメット電極が用いられ、これら電極161、162間に、所定の電圧を印加することにより、残留酸素濃度に応じた電流出力が得られる。

## 【0041】

センサセル150は、固体電解質体171とその上下表面に対向配置された一対の電極151、162からなる。センサセル150は、モニタセル160に隣接して設けられ、一対の電極のうち大気通路131側の電極162はモニタセル160と共に通電極となっている。センサセル150は、第2チャンバ121内に導入された排ガス中のNOx濃度および残留酸素濃度を検出すもので、第2チャンバ121側の電極151には、NOxの還元分解に対して活性な電極、例えば、Pt-Rh多孔質サーメット電極が用いられる。これら電極151、162間に、所定の電圧を印加することにより、NOx濃度および残留酸素濃度に応じた電流出力が得られる。

## 【0042】

ヒータ112は、アルミナ等の絶縁材料からなるシート内に、ヒータ電極を埋設してなる。ヒータ電極は、外部からの給電により発熱し、素子全体を加熱して、上記各セル140、150、160を活性化温度以上に保持する。

## 【0043】

上記構成のNOxセンサ101の動作原理を説明する。図1(b)において、被測定ガスである排ガスは、多孔質拡散層109、ピンホール111を通過して第1チャンバ120に導入される。導入されるガス量は、多孔質拡散層109、ピンホール111の拡散抵抗により決定される。ここで、ポンプセル140の電極141、142に、大気通路130側の電極142が+極となるように電圧を

印加すると、第1チャンバ120側の電極141上で排ガス中の酸素が還元分解されて酸素イオンとなり、ポンピング作用により電極142側へ排出される（図の矢印の方向）。印加電圧の向きを逆にすると、大気通路130側から第1チャンバ120側へ酸素が導入される。

## 【0044】

ポンプセル140では、この酸素ポンプ作用を利用し、印加電圧の大きさと向きを調整して酸素を出し入れすることにより、チャンバ内の酸素濃度を制御することができる。通常は、NOx検出時の酸素の影響を小さくするために、第1チャンバ120に導入される酸素を排出して、第2チャンバ121内を所定の低酸素濃度に保持する。なお、第1チャンバ120側の電極141はNOx不活性電極であるので、ポンプセル140において排ガス中のNOxが分解することはない。

## 【0045】

本実施の形態では、ポンプセル140の制御を、電流検出器181で測定されるポンプセル電流 $I_p$ に応じて予め定められた印加電圧マップを用いて行う。ポンプセル140は、酸素濃度に対して限界電流特性を有し、ポンプセル印加電圧 $V_p$ とポンプセル電流 $I_p$ の関係を示すV-I特性図において、限界電流検出域はV軸に略平行な直線部分からなり、酸素濃度が高いほど電圧値が大きくなる方向にシフトする。従って、ポンプセル電流 $I_p$ に応じてポンプセル印加電圧 $V_p$ を可変制御することにより、第1チャンバ120に導入された酸素を速やかに排出し、第1チャンバ120内を所定の低酸素濃度に制御する。これにより、特定ガスであるNOxを検出する際の妨害ガスとなる酸素の影響を小さくできる。

## 【0046】

ポンプセル140近傍を通過した排ガスは、絞り110を介して第1チャンバ120と連通する第2チャンバ121に流入する。排ガス中に残留する微量の酸素は、モニタセル160の電極161、162間に、大気通路131側の電極162が+極となるように所定の電圧を印加すると、第2チャンバ121側の電極161上で還元分解されて酸素イオンとなり、ポンピング作用により電極162側へ排出される（図の矢印の方向）。電極161はNOx不活性電極であるため

、電流検出器183で測定されるモニタセル電流 $I_m$ は、第2チャンバ121内の電極161に到達する酸素量に依存し、 $\text{NO}_x$ 量には依存しない。従って、モニタセル電流 $I_m$ を検出することで、残留酸素濃度を検出することができる。

## 【0047】

一方、センサセル150では、第2チャンバ121側の電極151が $\text{NO}_x$ 活性電極であるため、電極151、162間に、大気通路131側の電極162が+極となるように所定の電圧を印加すると、第2チャンバ121側の電極161上で排ガス中の残留酸素および $\text{NO}_x$ が還元分解されて酸素イオンとなり、ポンピング作用により電極162側へ排出される（図の矢印の方向）。従って、電流検出器182で測定されるセンサセル電流 $I_s$ は、第2チャンバ121に到達する酸素量および $\text{NO}_x$ 量に依存したものとなる。センサセル150とモニタセル160は第2チャンバ121内で隣接しており、第2チャンバ121側の電極151、161に到達する酸素量はほぼ等しいので、センサセル電流 $I_s$ からモニタセル電流 $I_m$ （酸素量分）を減算することで、 $\text{NO}_x$ 濃度を検出することができる。

## 【0048】

このように、隣接配置したセンサセル150とモニタセル160の出力差を用いて $\text{NO}_x$ 濃度を検出すると、チャンバ内の酸素量に依存しない出力が得られる。ただし、実際には、センサセル150の電極151（Pt-Rh）とモニタセル160の第2チャンバ121側の電極161（Pt-Au）の材質が異なるため、酸素に対する反応性（応答性）に差が生ずる。特に、センサセル150では、Rhの酸素吸蔵性により酸素を取り込みやすく、酸素変動に対して鈍感となる。

## 【0049】

そこで、本発明では、センサセル150とモニタセル160の酸素変動に対する出力応答性を略一致させる電気的補正手段を設ける。これを実現するために、本実施の形態では、モニタセル160の出力を、電気的な反応を抑制する手段、例えば、フィルタを介して補正する。フィルタを介して特定の周波数成分を通過ないし除去することで、モニタセル電流 $I_m$ の周波数応答をなまし、酸素に対する

る反応性（応答性）差を解消することができる。

## 【0050】

具体的には、図3（a）に示すように、制御回路102にバンドパスフィルタ（帯域通過フィルタ）113を設けて、電流検出器183で測定されるモニタセル電流 $I_m$ から特定の周波数成分のみを通過させる。バンドパスフィルタ113の通過域は、例えば、モデルガスを用いてセンサセル150とモニタセル160の出力特性を調べ、周波数分析した結果を基に設定される。図4（a）は、センサセル電流 $I_s$ 、モニタセル電流 $I_m$ の生出力を、図4（b）は、センサセル電流 $I_s$ 、モニタセル電流 $I_m$ のFFT分析結果を示し、図4（a）から、センサセル電流 $I_s$ に対し、モニタセル電流 $I_m$ が大きく変動していることが分かる。これは、酸素濃度分布等による酸素変動にモニタセル160がより敏感に反応するためである。これを抑制するには、図4（b）から、高周波側で約2.5Hz、低周波側で約0.3Hzを目安とし、強度差の大きい0.3Hz～2.5Hzの信号周波数成分が除去されるように設定すればよい。

## 【0051】

制御回路102は、バンドパスフィルタ113を通過したモニタセル160の電流出力をA/D変換器114を介してマイコン115に取り込む一方、電流検出器182で測定されるセンサセル電流 $I_s$ をA/D変換器114を介してマイコン115に取り込み、センサセル電流 $I_s$ からモニタセル電流 $I_m$ を減算して、NO<sub>x</sub>濃度を算出する。図3（b）は、フィルタ通過後のモニタセル電流 $I_m$ とセンサセル電流 $I_s$ 、および両電流の差を示す図で、モニタセル電流 $I_m$ が安定してモニタセル電流 $I_m$ とセンサセル電流 $I_s$ の応答性がほぼ一致し、両電流の差で表されるNO<sub>x</sub>濃度を精度よく検出できることがわかる。

## 【0052】

なお、上記第1の実施の形態では、電気的補正手段として、バンドパスフィルタを用いたが、用途や必要特性に応じて特定の周波数成分のみを通過ないし除去することができれば、それ以外のフィルタを使用することもできる。それ以外のフィルタとしては、例えば、ローパスフィルタ（低域通過フィルタ）、ハイパスフィルタ（高域通過フィルタ）、バンドストップフィルタ（帯域阻止フィルタ）

等が挙げられる。センサセル150とモニタセル160の酸素変動に対する出力応答性を略一致させる、その他の電気的な反応を抑制する手段を使用することもできる。

#### 【0053】

次に、本発明の第2の実施の形態を図5、6を用いて説明する。本実施の形態におけるNO<sub>x</sub>センサ101の構成と基本作動は、上記第1の実施の形態と同様であり、以下、相違点を中心に説明する。本実施の形態では、制御回路102にバンドパスフィルタ113を設けず、これに代わる電気的補正手段として、センサセル150およびモニタセル160の出力をそれぞれなまし補正する信号処理手段を設ける。この際、センサセル150およびモニタセル160の各出力電流の脈動の振幅Lとその周期Tに基づき、なまし定数Nを可変とし、それについて設定されたなまし定数Nを用いてなまし補正することにより、モニタセル電流I<sub>m</sub>とセンサセル電流I<sub>s</sub>の振幅と位相を合わせることができる。

#### 【0054】

具体的には、信号処理手段となるマイコン115にて、図5に示すフローチャートが実施される。図5において、本処理を開始したら、まず、ステップ101で、内燃機関200がNO<sub>x</sub>一定運転状態にあるかどうかを判定する。NO<sub>x</sub>濃度が一定の運転状態とは、例えば、フューエルカットから所定時間経過後でNO<sub>x</sub>排出量が0となる条件とし、これにより燃焼ばらつき、EGR等によるNO<sub>x</sub>変動要因をカットすることができる。ステップ101でNO<sub>x</sub>一定運転状態と判定されたら、ステップ102に進んで、電流検出器182、3で測定されるセンサセル電流I<sub>s</sub>、モニタセル電流I<sub>m</sub>をA/D変換器114を介してマイコン115に読み込む。

#### 【0055】

次いで、ステップ103において、センサセル電流I<sub>s</sub>、モニタセル電流I<sub>m</sub>の脈動の振幅Lと周期Tを、それぞれ算出する。さらに、ステップ104で、算出した振幅Lと周期Tから、センサセル電流I<sub>s</sub>、モニタセル電流I<sub>m</sub>のなまし定数Nをそれぞれ決定する。ここで、振幅Lおよび周期Tとなまし定数Nの関係は、予めマップデータとしてマイコン115に記録してあり、図5中に示すよう

に、振幅Lまたは周期Tが大きいほどなまし定数Nが大きくなるように設定される。

【0056】

ステップ105で、決定されたなまし定数Nを、設定用RAMに格納した後、ステップ106で、このなまし定数Nを用いて、下記式(1)によりセンサセル電流I<sub>s</sub>、モニタセル電流I<sub>m</sub>のなまし補正をそれぞれ実施する。

$$I(i) = \{ (N-1) * I(i-1) + I(i) \} / N \quad \dots (1)$$

【0057】

このように、なまし定数Nを可変とし、センサセル電流I<sub>s</sub>、モニタセル電流I<sub>m</sub>について、それぞれなまし定数Nを設定して出力の補正を行うことにより、両電流の振幅と位相を合わせることができる。図6(a)は、なまし補正を行わない場合の、図6(b)は、なまし補正を行った場合の、モニタセル電流I<sub>m</sub>とセンサセル電流I<sub>s</sub>、および両電流の差を示す図で、本実施の形態の処理を行うことにより、モニタセル電流I<sub>m</sub>とセンサセル電流I<sub>s</sub>の応答性の違いによる出力ずれがなくなり、NO<sub>x</sub>濃度を表す両電流の差に脈動がなくなって、NO<sub>x</sub>濃度を精度よく検出できることがわかる。

【0058】

上記第2の実施の形態では、上記式(1)によるなまし補正を行ったが、移動平均の回数を可変にして出力を平均化する信号処理を行ってもよい。この場合も、センサセル電流I<sub>s</sub>、モニタセル電流I<sub>m</sub>の脈動の振幅または周期が大きいほど、平均化処理の回数が多くなるように設定することで、モニタセル電流I<sub>m</sub>とセンサセル電流I<sub>s</sub>の応答性を略一致させ、検出制度を向上させる同様の効果が得られる。

【0059】

以上のように、センサセル150とモニタセル160の酸素反応性が異なるNO<sub>x</sub>センサに、ハードまたはソフト的な電気的補正手段を設けて、センサセル150とモニタセル160の電流出力応答を略一致させることで、NO<sub>x</sub>の検出精度を大きく向上できる。特に、上記各実施の形態のように、センサセル150とモニタセル160の出力差を検出値とするセンサに適用すると、応答性の違いに

よる出力ずれをなくすことができるので、より効果的である。

#### 【0060】

ここで、NO<sub>x</sub>センサ101構成は、上記第1、第2の各実施の形態の構成（図1）に限るものではなく、例えば、図7に第3の実施の形態として示す構成とすることもできる。上記第1、第2の各実施の形態では、センサセル150とモニタセル160を素子の長手方向に隣合うように配設したが、図7のように、本実施の形態におけるセンサ素子104は、センサセル150とモニタセル160が、素子の長手方向の同等位置に、略対称に配置してある。その他の構成および基本的な作動は上記第1、第2の各実施の形態と同様である。

#### 【0061】

第2チャンバ121内の酸素濃度分布は、排ガスの導入経路に沿った方向、ここでは素子の長手方向で生じやすいが、本実施の形態の配置とすると、第2チャンバ201のガス流れに対してセンサセル150とモニタセル160が同等位置となる。このため、酸素濃度分布によらず、センサセル150の電極151とモニタセル160の電極161上の酸素濃度が同じになる。従って、第2チャンバ121内の残留酸素に対するセンサセル150とモニタセル160の感度を同じくすることができ、より精度の高い検出が可能になる。

#### 【0062】

また、上記各実施の形態では、センサセル150とモニタセル160の電流出力の差からNO<sub>x</sub>を検出するNO<sub>x</sub>センサ101を用いたが、本発明を、モニタそれ以外のNO<sub>x</sub>センサ101に適用することもできる。これを、図8に第4の実施の形態として示す。

#### 【0063】

図8において、センサ素子104は、ジルコニア等の固体電解質体176、177、178を順に積層して、その内部に第1チャンバ120、第2チャンバ121を形成しており、多孔質抵抗層117、118を通して排ガスが導入されるようになっている。第1チャンバ120には、第1ポンプセル143とモニタセル160が、第2チャンバ121には、センサセル150と第2ポンプセル146が設けられる。第1ポンプセル143は固体電解質体176の上下表面に一対

の電極144、145を有し、モニタセル160は、固体電解質体178の上下表面に一対の電極161、116を有する。電極116は大気通路132に面する大気電極で、センサセル150、第2ポンプセル146と共に通電極となっている。センサセル150は、固体電解質体178の上下表面に一対の電極151、116を有し、第2ポンプセル146は、固体電解質体176下面の電極147と大気電極116からなる。大気通路132の下方にはヒータ112が設けられる。

#### 【0064】

上記構成において、排ガスは多孔質抵抗層117を通って第1チャンバ120に導入され、ガス中の大部分の酸素は、第1ポンプセル143によって排気側へ排出される。この時、第1チャンバ120内の酸素濃度は、モニタセル160の電極161、116間に生じる起電力Vmによって検出され、この検出値が所定の一定値になるように、第1ポンプセル143への印加電圧Vp1を制御することで、第1チャンバ120内を所定の低酸素濃度とする。排ガスは、さらに多孔質抵抗層118を通って第2チャンバ121に導入され、ガス中の残留酸素は、第2ポンプセル146により分解されて大気通路132へ排出される。第2ポンプセル146の印加電圧Vp2は、第2ポンプセル146を流れる電流Ip2に応じて制御される。NOxは、センサセル150に所定の電圧Vsを印加することにより、チャンバ側の電極151上で分解されて大気通路132へ排出される。その際、センサセル150に流れる電流IsがNOx濃度として検出される。

#### 【0065】

このように、モニタセル160の電圧出力(Vm)によって第1ポンプセル143への印加電圧Vp1を制御する構成においても、上記第1、第2の実施の形態で示した電気的補正手段を用いることができる。ここで、本実施の形態では、モニタセル160の電圧出力(Vm)によって第1ポンプセル143への印加電圧Vp1を制御するように構成されており、センサセル150との出力差を算出してNOx濃度とする上記第1、第2の実施の形態とは異なるが、センサセル150とモニタセル160の出力特性(例えば、酸素濃度を縦軸、時間を横軸とする)は、上記図4(a)とほぼ同じになる。つまり、モニタセル160の酸素に

に対する反応性が大きいために、これを基に第1ポンプセル143を制御すると、第1チャンバ120内の酸素濃度が安定せず、結果的にセンサセル150の出力に影響を及ぼすおそれがある。そこで、本実施の形態においても、上記第1、第2の実施の形態で示した電気的補正手段を用いて、モニタセル160の出力をなすことによって、検出精度を向上させる同様の効果が得られる。

## 【0066】

図9に本発明の第5の実施の形態を示す。本実施の形態の構成は、上記第4の実施の形態とほぼ同様であり、第1チャンバ120に、第1モニタセル163を設けるとともに、第2チャンバ121に、第2モニタセル164を設けた点でのみ異なっている。第1モニタセル163の電極は、第1ポンプセル143と共に通の電極144と大気電極116からなり、第2モニタセル164の電極は、第2ポンプセル146と共に通の電極147と大気電極116からなる。

## 【0067】

この構成では、第1モニタセル163の電極144、116間に生じる起電力 $V_{m1}$ によって、第1チャンバ120内の酸素濃度を検出し、第1ポンプセル143への印加電圧 $V_{p1}$ を制御するとともに、第2モニタセル164の電極147、116間に生じる起電力 $V_{m2}$ によって、第2チャンバ121内の酸素濃度を検出し、第2ポンプセル146への印加電圧 $V_{p2}$ を制御するようになっている。この構成においても、上記第1、第2の実施の形態で示した電気的補正手段を用いることができ、同様の効果が得られる。

## 【0068】

上記各実施の形態では、排ガス中に含まれるNO<sub>x</sub>濃度の検出に本発明を適用する構成について説明したが、本発明は、NO<sub>x</sub>以外の特定ガス成分を検出するガス濃度検出装置にも適用可能である。また、内燃機関の排ガス以外のガスを被測定ガスとすることもできる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図1】

第1の実施の形態におけるガス濃度検出装置構成を示し、(a)はガス濃度検出装置の全体構成図、(b)は(a)のA部拡大図でNO<sub>x</sub>センサのセンサ素子

先端部の模式的断面図である。

【図2】

本発明のガス濃度検出装置を適用した内燃機関の概略構成図である。

【図3】

第1の実施の形態のガス濃度検出装置における制御回路構成を示す図である。

【図4】

(a) は、モデルガスを用いて測定したセンサセル電流およびモニタセル電流の出力特性図、(b) は、センサセル電流およびモニタセル電流のFFT分析結果を示す図である。

【図5】

第2の実施の形態におけるなまし補正処理のフローチャートを示す図である。

【図6】

(a) はなまし補正を行わない場合のセンサセル電流およびモニタセル電流の出力特性図、(b) は、なまし補正を行った場合のセンサセル電流およびモニタセル電流の出力特性図である。

【図7】

第3の実施の形態におけるガス濃度検出装置構成を示し、(a) はNO<sub>x</sub>センサのセンサ素子先端部の模式的断面図、(b) は(a) のB-B線断面図である。

【図8】

第4の実施の形態におけるNO<sub>x</sub>センサのセンサ素子先端部の模式的断面図である。

【図9】

第5の実施の形態におけるNO<sub>x</sub>センサのセンサ素子先端部の模式的断面図である。

【符号の説明】

101 NO<sub>x</sub>センサ

102 制御回路

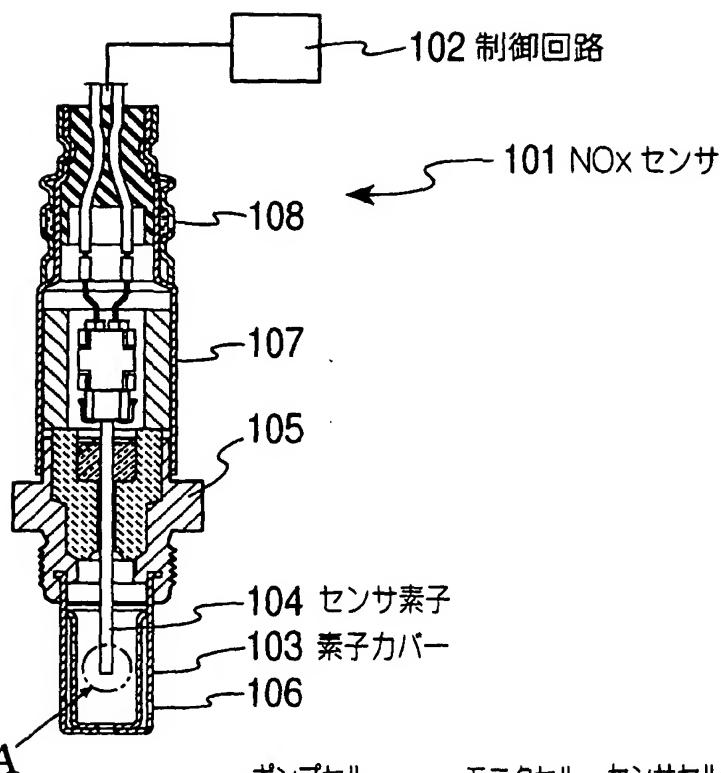
104 ガスセンサ素子

110 絞り  
111 ピンホール  
113 バンドパスフィルタ  
115 マイコン  
120 第1チャンバ  
121 第2チャンバ  
130、131 大気通路  
140 ポンプセル  
150 センサセル  
160 モニタセル

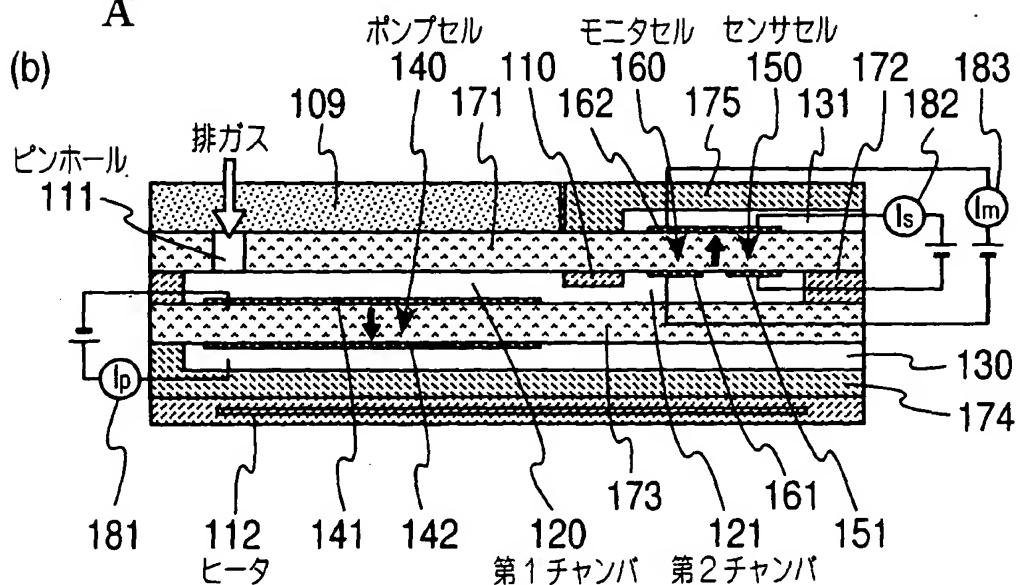
【書類名】 図面

【図1】

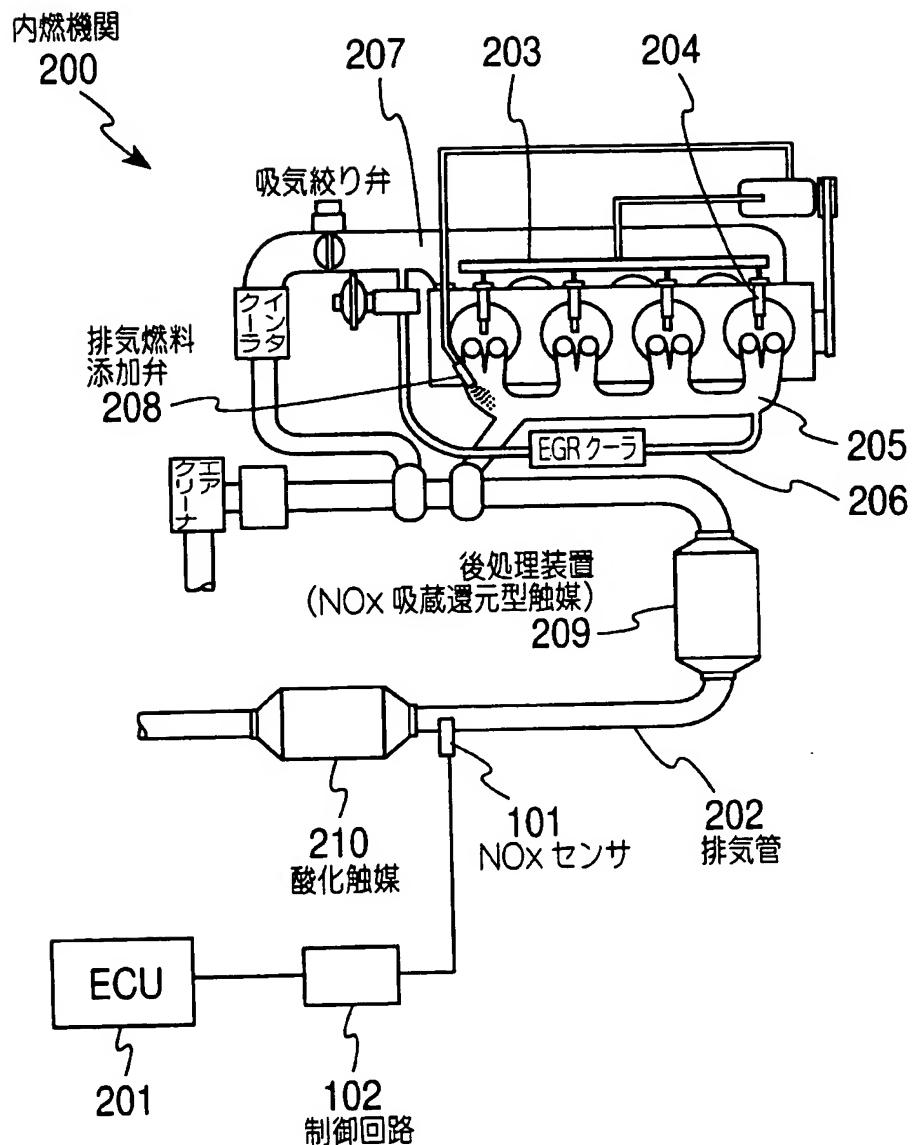
(a)



(b)

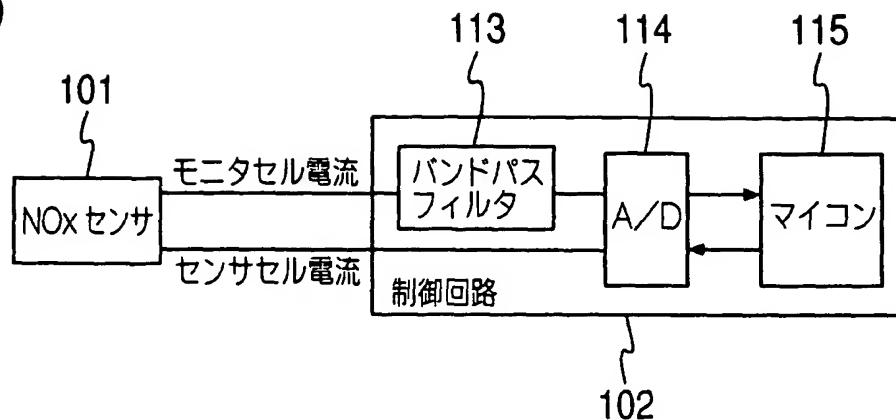


【図2】

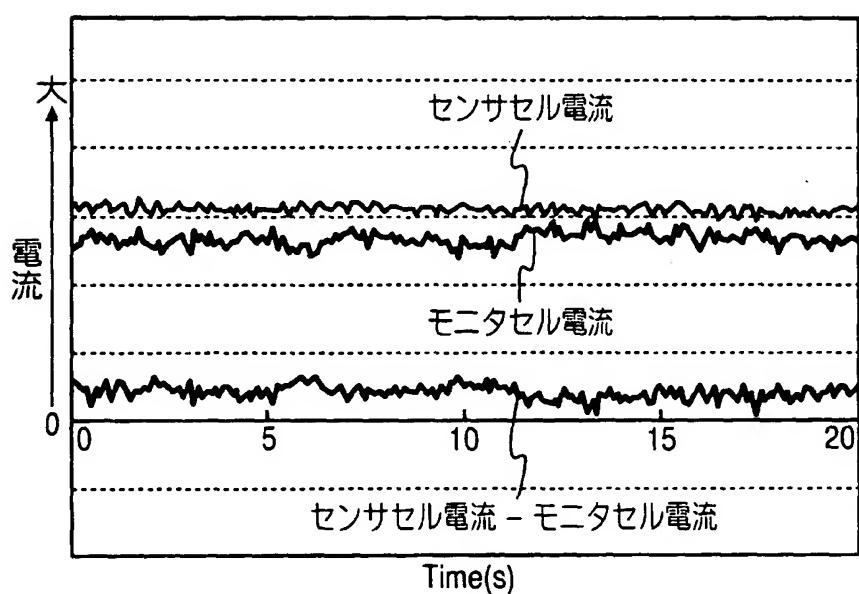


【図3】

(a)

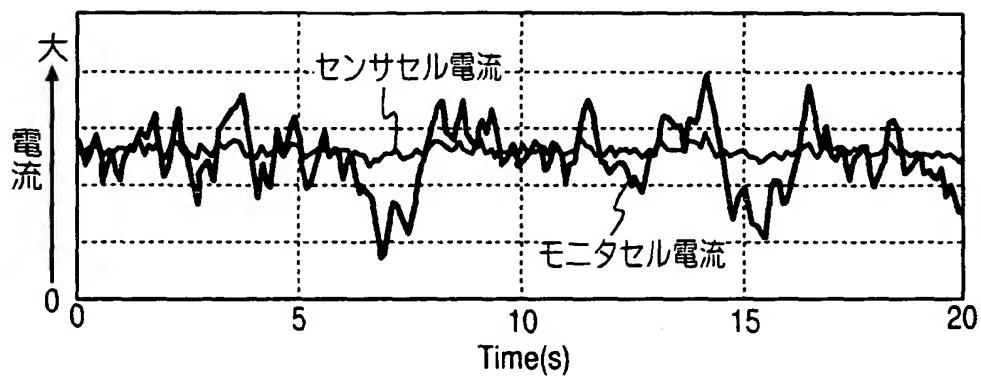


(b)

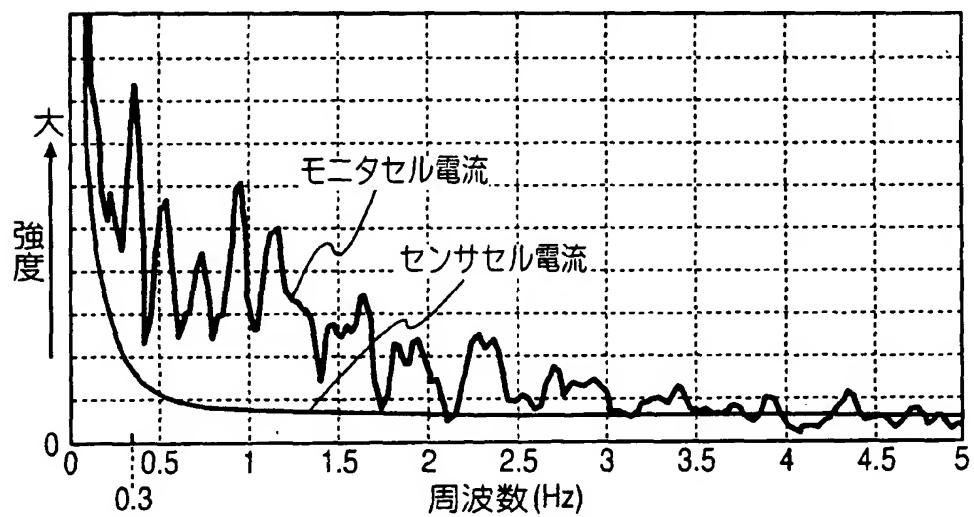


【図4】

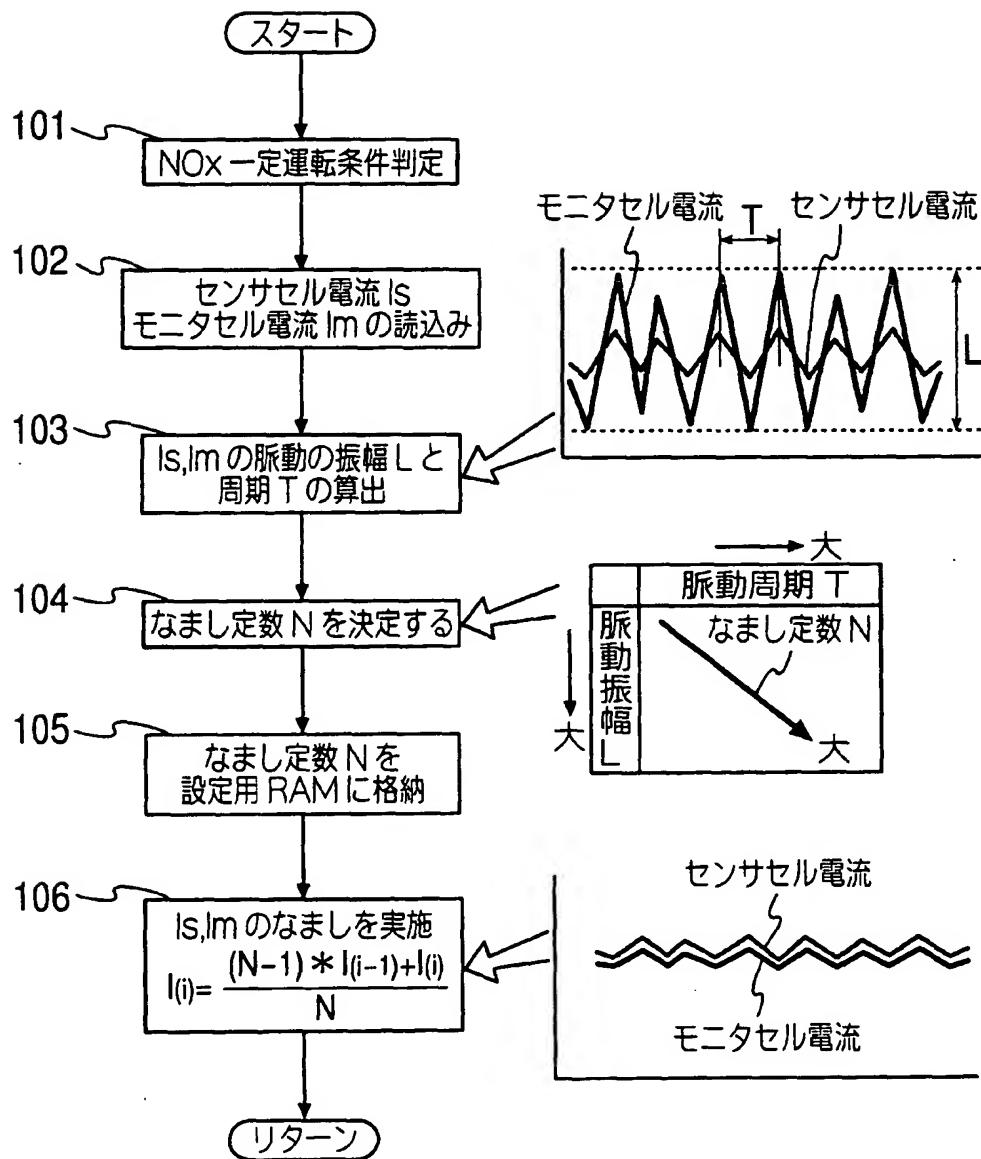
(a)



(b)

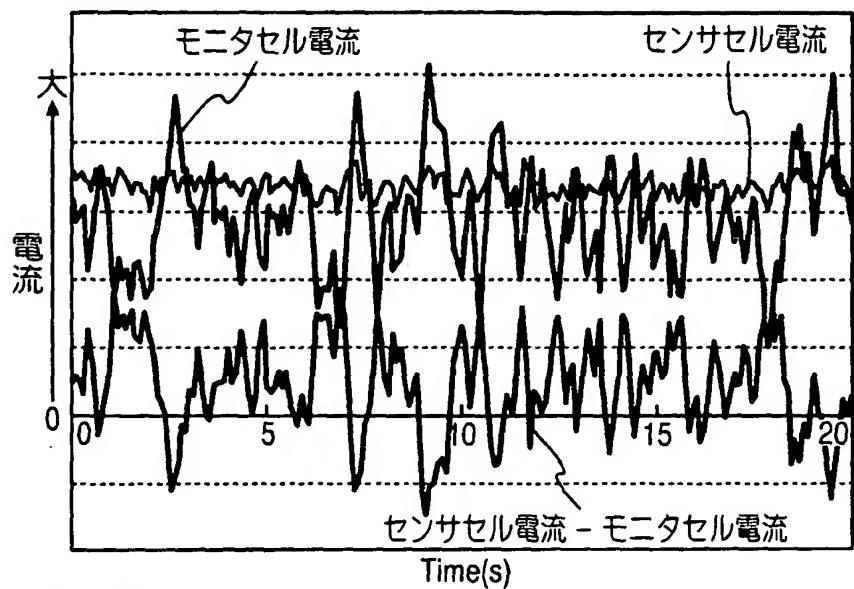


【図5】

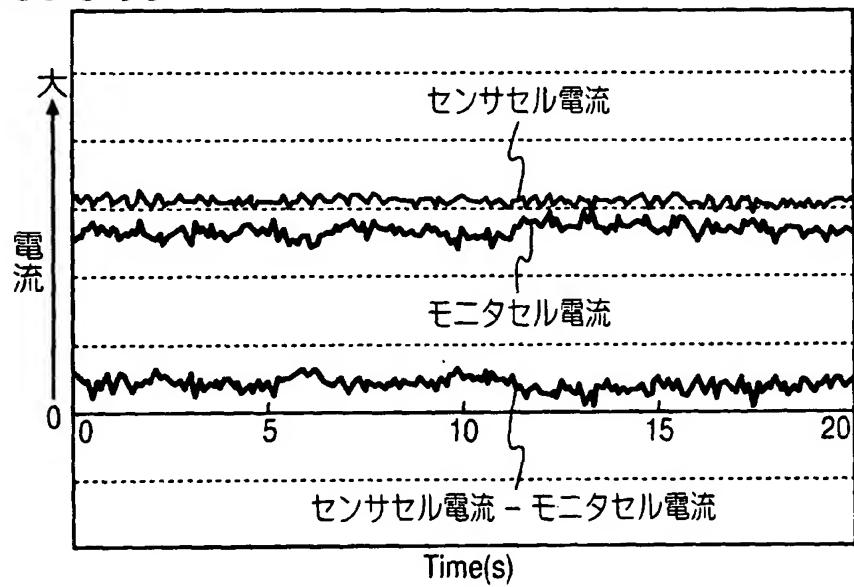


【図6】

(a) なまし無し

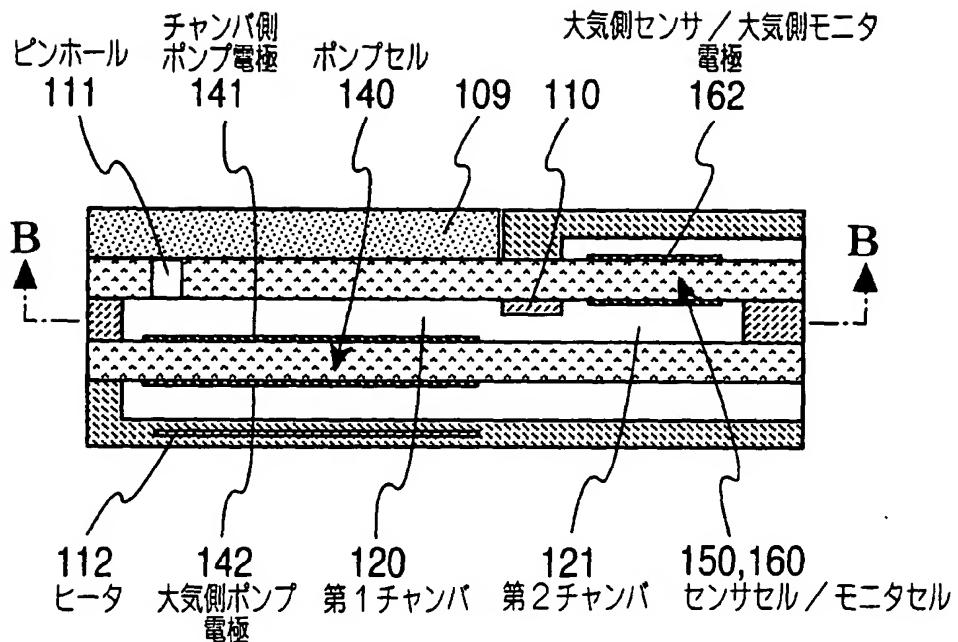


(b) なましあり

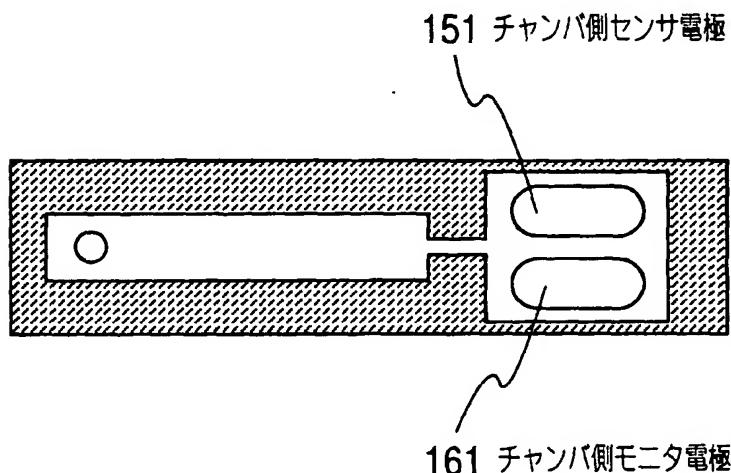


【図7】

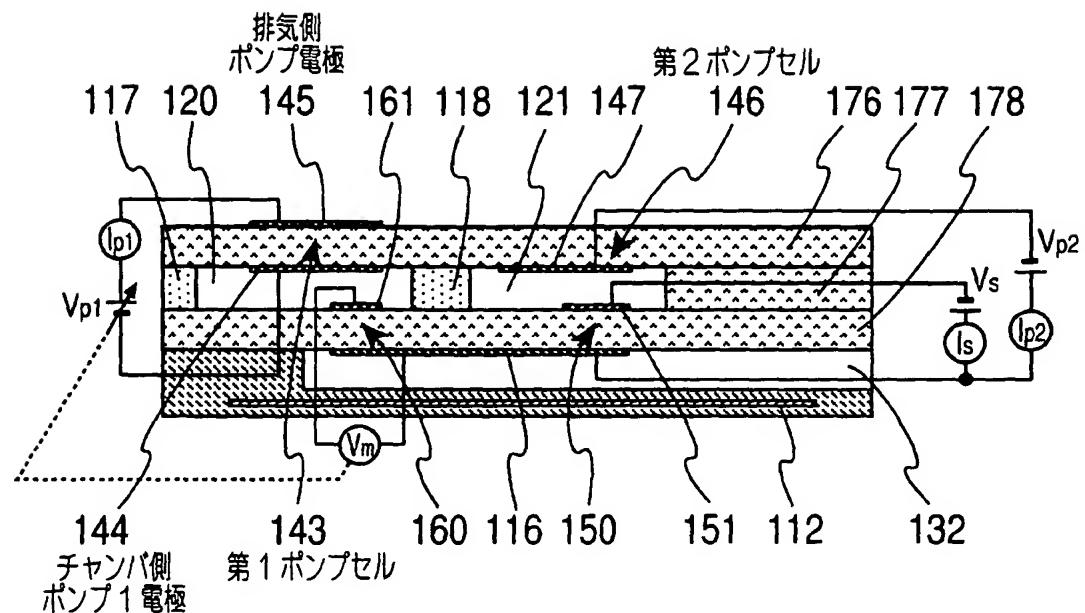
(a)



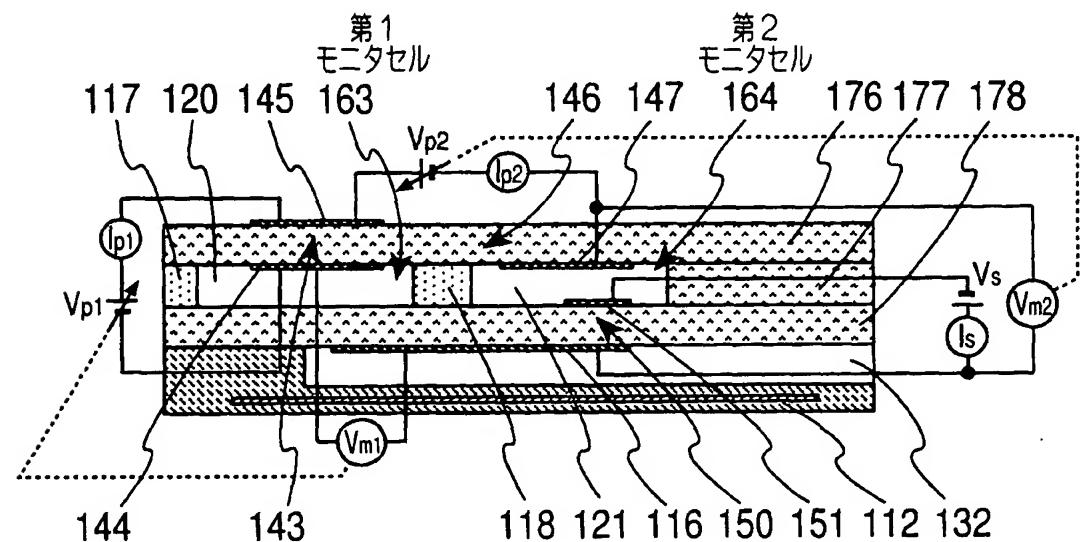
(b)



【図8】



【図9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 電極材の酸素反応性の違いによる出力のずれを抑制し、排ガス中のNO<sub>x</sub>等、被測定ガス中の特定ガス成分の検出を精度よく行うことのできるガス濃度検出装置を提供する。

【解決手段】 NO<sub>x</sub>センサ101のセンサ素子104は、第1チャンバ120にポンプセル140を、第2チャンバ121にNO<sub>x</sub>および残留酸素を分解するセンサセル150および残留酸素のみを分解するモニタセル160を有し、センサセル150とモニタセル160の電流出力差からNO<sub>x</sub>濃度を検出する。この際、センサセル150とモニタセル160の酸素反応性が異なるため、モニタセル160の出力をバンドパスフィルタ113等の電気的補正手段を介してなまし、両セルの出力応答性を略一致させることで、出力のずれをなくす。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000004260]

1. 変更年月日 1996年10月 8日

[変更理由] 名称変更

住 所 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地  
氏 名 株式会社デンソー